

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-031055

(43)Date of publication of application : 31.01.2002

(51)Int.Cl.

F04B 39/00  
F04C 18/02  
F04C 29/00  
// C22C 38/00  
C22C 38/18

(21)Application number : 2000-214055

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 14.07.2000

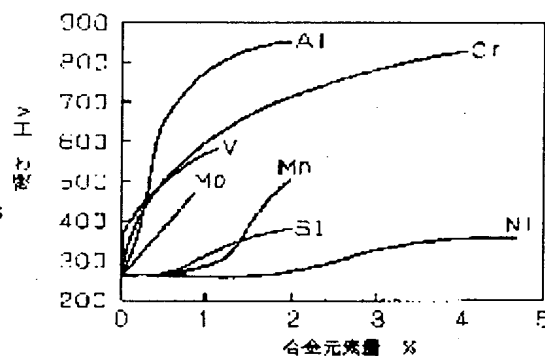
(72)Inventor : SHINTAKU HIDENOBU  
IKOMA MITSUHIRO  
HASEGAWA HIROSHI  
NISHIWAKI FUMITOSHI  
FUKUHARA HIROYUKI  
OKA HIDETO  
MURAMATSU SHIGERU  
EZUMI MOTOTAKA

## (54) HERMETIC COMPRESSOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a compressor of high reliability by reducing wear of the shaft generated when an HFCs refrigerant containing no chlorine and having poor anti-abrasiveness or any natural refrigerant is used or in the case a high-load operation is conducted.

SOLUTION: The shaft of this hermetic compressor is made of a material containing at least one of Al, Cr, V, Mo, Ti and Si in an amount no less than 2.0% and having a Young's modulus of 190 GPa or more and is given a surface hardness of Hv1000 or more through a finishing process and a nitriding process for nitriding the finished surface, and thereby the anti-abrasiveness of the shaft is enhanced and the reliability of compressor is improved.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

24.09.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

BEST AVAILABLE COPY

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

## (12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-31055

(P2002-31055A)

(43)公開日 平成14年1月31日(2002.1.31)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-コ-ト*(参考)
F 0 4 B 39/00		F 0 4 B 39/00	A 3 H 0 0 3
	1 0 3		1 0 3 A 3 H 0 2 9
F 0 4 C 18/02	3 1 1	F 0 4 C 18/02	3 1 1 A 3 H 0 3 9
29/00		29/00	U
// C 2 2 C 38/00	3 0 1	C 2 2 C 38/00	3 0 1 N
審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 8 頁) 最終頁に続く			

(21)出願番号	特願2000-214055(P2000-214055)	(71)出願人	000005821 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
(22)出願日	平成12年7月14日(2000.7.14)	(72)発明者	新宅 秀信 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器 産業株式会社内
		(72)発明者	生駒 光博 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器 産業株式会社内
		(74)代理人	100097445 弁理士 岩橋 文雄 (外2名)

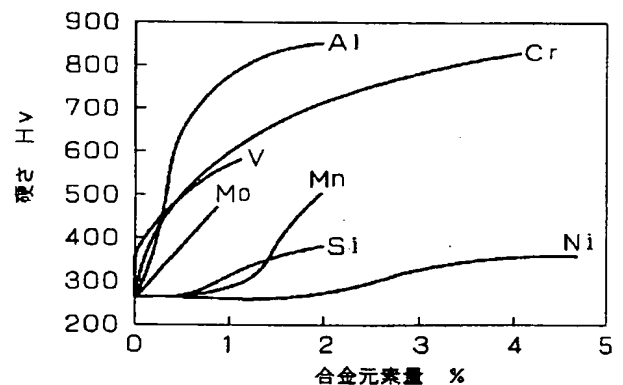
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 密閉型圧縮機

(57)【要約】

【課題】 塩素を含まず耐摩耗特性の乏しいHFCs冷媒あるいは自然冷媒などを用いた場合や、高負荷で運転した場合等で生じていたシャフトの摩耗を低減し、信頼性率が高い圧縮機を提供する。

【解決手段】 Al、Cr、V、Mo、Ti、Siの内少なくとも一つの成分を0.2%以上含み、縦弾性係数が190GPa以上の材料で製作され、仕上げ加工工程と、その仕上げ表面を窒化する窒化処理工程により製作された表面硬度がHv1000以上のシャフトを用いる事で、シャフトの耐摩耗性を向上させ、圧縮機の信頼性向上を実現する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 密閉容器内に固定子と回転子からなる電動機と、前記回転子が固定されたシャフトにより駆動される圧縮機構部を収容した密閉型圧縮機において、前記シャフトをAl、Cr、V、Mo、Ti、Siの内少なくとも一つの成分を0.2%以上含み、縦弾性係数が190GPa以上の材料で製作され、仕上げ加工工程と、その仕上げ表面を窒化する窒化処理工程により製作され、表面硬度がHv1000以上であることを特徴とする密閉型圧縮機。

【請求項2】 密閉容器内に固定子と回転子からなる電動機と、前記回転子が固定されたシャフトにより駆動される圧縮機構部を収容した密閉型圧縮機において、前記シャフトをAl、Cr、Mo、V、Ti、Siの内少なくとも一つの成分を0.2%以上含み、縦弾性係数が190GPa以上の材料で、仕上げ加工工程と、その仕上げ表面を窒化する窒化処理工程と、その表面層を2 $\mu$ m以下の範囲で研磨する表面研磨工程により製作され、表面硬度がHv1000以上であることを特徴とする密閉型圧縮機。

【請求項3】 焼き入れ工程により表面を高周波焼き入れされた後、仕上げ加工工程と、窒化処理工程をへて製作されたことを特徴とする請求項1または2に記載の密閉型圧縮機。

【請求項4】 表面に5 $\mu$ m～20 $\mu$ mの厚さの化合物層を有する請求項1～3のいずれかに記載の密閉型圧縮機。

【請求項5】 Alを0.70%～1.30%、Crを1.00%～1.80%、Moを0.10%～0.5を含む窒化用鋼で製作された請求項1～4のいずれかに記載の密閉型圧縮機。

【請求項6】 Crを11.50%～18.00%含むマルテンサイト系ステンレス鋼で製作された請求項1～4のいずれかに記載の密閉型圧縮機。

【請求項7】 Crを15.00%～18.00%含む析出硬化系ステンレス鋼で製作された請求項1～4のいずれかに記載の密閉型圧縮機。

【請求項8】 Crを2.00%～15.00%含む金型用合金工具鋼で製作された請求項1～4のいずれかに記載の密閉型圧縮機のシャフト。

【請求項9】 圧縮機構部がスクロール型である請求項1～8のいずれかに記載の密閉型圧縮機。

【請求項10】 HFC、HC、二酸化炭素のいずれかを主成分とする冷媒に用いた請求項1～9のいずれかに記載の密閉型圧縮機。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、冷凍空調機器等の密閉型圧縮機に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】冷凍空調用の密閉型電動圧縮機としては、圧縮機構の方式がレシプロ式、ローリングピストン式およびスクロール式のものがあり、いずれの方法も家庭用、業務用の冷凍空調分野で使用されている。いずれの方式の圧縮機も圧縮機構部を駆動するシャフトと、他にいくつかの摺動部品で構成されている。ここでは、空調機用のスクロール圧縮機を例に取り従来の技術を説明する。

【0003】図5に従来のスクロール圧縮機の縦断面図を示す。密閉容器1の内部には、固定スクロール2aと可動スクロール3とから構成された圧縮機構部2、固定スクロール2aに対して可動スクロール3をオルダム継手4を介して旋回運動させるシャフト5と、固定スクロール2aを固定されシャフト5を回転自在に支持する軸受部材6を設けている。

【0004】シャフト5には電動機7の回転子7aが取り付けられており、密閉容器1に焼き嵌め固定された固定子7bとともに軸受部材6の下部に配設されている。ジャーナル軸受6aは軸受部材6に環状の主軸側ブッシュ材8aを圧入することにより形成されており、シャフト5に作用する径方向の力を支えている。また、可動スクロール3の偏芯軸受3aも環状の偏芯軸側ブッシュ材8bを圧入することにより形成されており、シャフト5の偏芯軸部5aに作用する径方向の力を支えている。

【0005】密閉容器1の下方底部には潤滑油9を貯溜する油溜め10が設けられており、シャフト5の貫通穴13の下端より油溜め10の潤滑油9をシャフト5の回転に伴い吸い上げ、ジャーナル軸受6a、偏芯軸受3a、および各摺動面へ供給する、また、密閉容器1の外部には、冷媒ガスの吸入管11と、吐出管16が設けられている。

【0006】次に、冷媒ガスの圧縮サイクルを説明する。空調機の熱交換器（図示せず）などを循環してきた低圧の冷媒ガスは吸入管11より圧縮機構部2に吸入される。吸入された冷媒ガスは、固定スクロール2aと可動スクロール3との間に形成された三日月状の圧縮空間（図示せず）に入り、可動スクロール3の旋回運動により三日月状の圧縮空間が外側から中央に向かって次第に縮小することで、冷媒ガスは圧縮され吐出孔12より吐出される。圧縮されたガスは高圧ガスとなり、一旦密閉容器1内の固定スクロール2aの上方の吐出空間1aへ吐出され、ガス通路14を通じ、電動機7が収容された下部空間1bに流れ、先のガス通路14とは別に設けられたガス通路15を通じ上方の空間に流れ、吐出管16より熱交換器などの空調システムへ吐出される。そして、空調機の熱交換器などを循環し、再び吸入管11より圧縮機に戻る周知の圧縮サイクルを構成する。

【0007】各摺動部へ潤滑油9を供給する循環サイクルを説明する。油溜め10で吸い上げられた潤滑油9は、シャフト5の貫通穴13の中を上昇し、偏芯軸受

6、ジャーナル軸受6aおよび各摺動部を潤滑、冷却して、ジャーナル軸受6aの下部の油排出口から固定子7b上部へ排出され、固定子7bの通路18を通して油だめ10に戻る潤滑サイクルを形成している。

【0008】上記従来の構成では、シャフト5にはネズミ鋳鉄材またはS45Cを用い、摺動部表面に高周波焼入れによる表面硬化処理を行い、表面硬度を約Hv600としていた。また、軸受部材6にはネズミ鋳鉄材を用い、ジャーナル軸受6aの環状のブッシュ材8aには、裏金付きメタル軸受材を用いていた。その裏金付きメタル軸受材は、板厚1.3～1.8mm程度の鋼板を裏金に用い、その鋼板上面に軸受メタル層を形成したもので、この軸受メタル層には銅合金、アルミニウム合金、鉛基ホワイトメタルや、カーボンなどの硬質物質が分散して含有されているものを用いていた。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】上記従来の構成では、圧縮室内のガス圧力や慣性力等のため旋回スクロールには径方向の荷重が作用する。この荷重は、その作用する方向がシャフト5の回転とほぼ同じ方向に回転し、偏心軸受3aから偏心軸部5aへ、そしてシャフト5を介してジャーナル軸受6aで支持される。すなわち、鋳鉄材料から成るシャフト5は回転時、ほぼ同じ外周面を、ガス圧縮等により発生する非常に大きな荷重で、ジャーナル軸受6aの内周面に押し付けられながら摺動される。

【0010】したがって、過酷な運転条件や従来フロンHFCの代替用冷媒ガス(HFC410A、二酸化炭素等)での高差圧の運転条件においては、ガス圧縮により過大な荷重が発生しジャーナル軸受6aとシャフト5の間で潤滑油膜が非常に薄くなり、部分的に接触する境界潤滑状態となる。この境界潤滑状態が続いた場合には、軸受メタル層に含まれる硬質物質により、シャフト5の高周波焼き入れした表面の硬化層に摩耗が発生する課題が生じていた。また、摺動損失も大きく効率も低下するという課題も生じていた。

【0011】本発明はこのような従来の課題を解決するものであり、耐摩耗性が高く摺動損失が低いシャフトを実現すると共に、それを用い信頼性、効率が高い密閉型圧縮機を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために請求項1記載の発明は、密閉容器内に固定子と回転子からなる電動機と、前記回転子が固定されたシャフトにより駆動される圧縮機構部を収容した密閉型圧縮機において、前記シャフトをAl、Cr、V、Mo、Ti、Siの内少なくとも一つの成分を0.2%以上含み、縦弾性係数が190GPa以上の材料で製作され、仕上げ加工工程と、その仕上げ表面を窒化する窒化処理工程により製作され、表面硬度がHv1000以上であることを特徴とする密閉型圧縮機である。

【0013】請求項2の記載の発明は、密閉容器内に固定子と回転子からなる電動機と、前記回転子が固定されたシャフトにより駆動される圧縮機構部を収容した密閉型圧縮機において、前記シャフトをAl、Cr、Mo、V、Ti、Siの内少なくとも一つの成分を0.2%以上含み、縦弾性係数が190GPa以上の材料で、仕上げ加工工程と、その仕上げ表面を窒化する窒化処理工程と、その表面層を2μm以下の範囲で研磨する表面研磨工程により製作され、表面硬度がHv1000以上であることを特徴とする密閉型圧縮機である。

【0014】請求項3の記載の発明は、焼入工程により表面を高周波焼入れされた後、仕上げ加工工程と、窒化処理工程をへて製作されたことを特徴とする請求項1または2に記載の記載の密閉型圧縮機である。

【0015】請求項10記載の発明は、HFC、HC、二酸化炭素のいずれかを主成分とする冷媒に用いた請求項1～9のいずれかに記載の密閉型圧縮機である。

【0016】

【発明の実施の形態】以下に、本発明のいくつかの実施の形態例についてを図面を参照しながら説明する。

【0017】本発明の一実施の形態で用いたスクロール圧縮機の構成において、図6で説明した従来の技術の例と同一機能部品については同一番号を使用し、同一の構成および作用の説明は省くことにする。

【0018】(実施の形態1)本発明の実施の形態1について、図1～図4を用いて説明する。図1は本発明の圧縮機用シャフトの摺動表面近傍の断面図であり、以下の図も同様に、図2は実施の形態1の圧縮機用シャフト製作工程図、図3は窒化処理工程後のシャフト断面の硬さ分布、および図4はシャフト材料の説明に用いた図である。

【0019】本実施の形態と従来例との大きな違いは用いたシャフトにある。すなわちシャフトの表面硬度と、それを実現するための材料と製作工程である。以下そのシャフトの製作方法および形態について説明する。

【0020】図1は製作されたシャフト5の表面近傍の断面図であり、素材として用いた材料はAlを含む窒化鋼で、JIS規定のSACM645である。図1に示すように、窒化処理により表面に厚さδ1(例えば約8μm)の緻密な窒素化合物層が形成され、更にその下に厚さδ2(例えば約300μm)の窒素の拡散層が形成され、表面の硬度はHv1000以上(表1参照)となっている。図3に、その断面の硬度分布(工程仕様1の曲線参照)を示す。

【0021】図2に示す製作工程に従い、焼鈍等の熱処理されたシャフト素材を、荒加工工程で、ほぼ設計図面の形状に荒加工し、その後仕上げ加工工程で設計図面の形状に仕上げ加工し、そしてその後、仕上げされた表面を窒化処理することでシャフトが完成する。

【0022】窒化処理では、歪などを生じないように窒化

温度をなるべく低温で行う方がよく、また表面硬度がHv1000以上となるように表面層の窒素化合物を形成する必要がある。本実施の形態では、前処理ガスにFN3（3ふっ化窒素）等を用い窒化表面の酸化皮膜を還元してガス窒化する方法を用い、処理温度が410℃の低温での窒化処理を行っている。

【0023】また、本実施の形態では、窒化処理工程後の化合物表面をそのまま摺動面に使用するため、仕上げ加工後の表面粗さが重要である。そこで、仕上げ加工工程で研削加工などにより設計図面で指示された表面粗さ\*10

No.	材料名	表面硬度	摩耗量	備考
1)	S45C	613	16	窒化無し
2)	SCM415	824	10	窒化無し
3)	S45C	804	9	
3)	SACM645	1077	0.5	

【0026】また、上記工程で窒化処理して製作したS45Cの場合は、表面硬度はHv1000以下（Hv804）であり摩耗量が大きく、それに比べSACM645の場合、表面硬度Hv1000以上（Hv1077）であり摩耗量が著しく小さく、耐摩耗性が向上した。

【0027】これは、SACM645に含まれるAl、Cr、Moが、硬度の高い窒素化合物を形成し易いためである。図4に窒化化合物を形成しやすい元素の量と硬さの関係（潤滑ハンドブック、P546、1987、養賢堂）を示すものである。Al、Crの影響は非常に大きく、Mo、V、Mn、Siも表面硬度向上へ比較的大きい影響を与えることがわかる。また、図4には示されていないが、Tiも同様の影響を与える。これらの元素をほとんど含まない上記のS45C等の炭素鋼では、窒化処理により表面硬度をHv1000以上にできなかった。※

\*（例えばRa0.2）に仕上げた後、窒化処理している。

【0024】（表1）に、上記方法で材料や窒化の有無を変えて製作した場合の、シャフトの表面硬度と、圧縮機を苛酷試験条件で運転した後のシャフトの摩耗量を示す。表をみると、窒化処理しないで高周波焼入したS45Cと、浸炭高周波焼入したSCM415の表面硬度、摩耗量をみると、各々表面硬度が613、824であり、摩耗量も大きい。

【0025】

【表1】

※また、炭素鋼での焼き入れのみによる表面硬さの最大は、約Hv830程度でありHv1000を超えるものではない。しかし、先のAl、Cr、Mo、V、Mn、Si、Tiなどの元素を含む合金を窒化処理することによりHv1000以上が可能である。

【0028】これらの元素の含有量の組み合わせによっても、窒化による表面硬度に違いがあり、窒化の容易性や、生産性などから、ドイツ、イギリスなどの海外でも（表2）、（表3）に示すような組成の窒化用鋼が生産されており、これらの窒化用鋼を用い最適な窒化条件を選定することで、表面硬度Hv1000以上のシャフトを製作することができる。尚、SACM645の元素組成は、（表2）の中の1）に含まれている。

【0029】

【表2】

No.	Al[%]	Cr[%]	Mo[%]	V[%]	Si[%]
1)	0.7~1.3	1.0~1.8	0.1~0.5	-	0.1~0.45
2)	0.25~0.35	1.2~1.7	0.25~0.35	-	0.1~0.45
3)	-	2.2~2.5	-	0.1~0.2	0.1~0.45
4)	0.8~1.2	1.0~1.5	0.15~1.35	-	0.1~0.45

【0030】

40 【表3】

No.	Al[%]	Cr[%]	Mo[%]	V[%]	Si[%]	Mn[%]
5)	0.7~1.3	1.2~1.5	-	-	0.1~0.35	0.4~0.9
6)	-	2.9~3.5	0.4~0.7	-	0.1~0.35	0.4~0.65
7)	-	2.3~3.5	0.15~1.2	0.1~0.3	0.1~0.45	0.4~0.8

【0031】また、上記専用の窒化用鋼でなくても、図4の窒化の観点からCrが多く含まれる合金鋼、例えば、2.00%~15.00%含む金型用合金工具鋼、工具鋼、Crを11.50%~18.00%含むマルテン

サイト系及び15.00%~18.00%含む析出硬化ステンレス鋼などでも、窒化条件により硬い化合物層を形成でき、表面硬度Hv1000以上のシャフトを製作することができる。これらの材料は比較的入手のしやす

いという利点がある。しかし、コストと窒化の容易性については、先の窒化用鋼の方が有利である。また、窒化用鋼を用いたほうが、低温で短時間の窒化処理でHv1000を越える表面の硬さを得ることが出来る。従ってシャフトの曲がり、振れや寸法変化といった窒化処理工程での変形を抑制することが出来き、精度の良い耐摩耗性の高いシャフトを得ることができる。

【0032】また、図1に示す窒素の化合物層の膜厚を変えた場合の表面硬度と摩耗量を、(表4)に示す。化\*

No.	材料名	表面硬度	摩耗量	$\delta 1$
1)	SACM645	1077	0.5	8
2)	SACM645	1080	3	3

【0034】以上に示したシャフトの材料は、窒素と化合物を形成しやすいAl、Cr、V、Mo、Ti、Siの内少なくとも一つの成分を0.2%以上含むもので、さらに、Cを0.1~0.45%含む縦弾性係数が190GPa以上を有する合金鋼である。このように縦弾性係数が鋳鉄材より高い190GPa以上の材料でシャフト5を製作することで、過酷な運転条件等でもシャフト5に生じるたわみを小さくでき、偏心軸受3aおよびジャーナル軸受け6aでの片当たりなどによる摺動条件の劣化を防止でき信頼性を向上できるとともに、それら軸受けでの損失を低減する事ができる。

【0035】本実施の形態により、過酷な運転条件等従来生じていたシャフト5の表面の磨耗を防止でき、摺動損失を低減できることが可能となり、そのシャフトを用いることで信頼性と効率の高いスクロール圧縮機を実現できる。

【0036】(実施の形態2)次に、実施の形態2を、図3及び5を用いて説明する。図3は窒化処理工程後のシャフト断面の硬さ分布、図5は実施の形態2のシャフト製作工程図である。

【0037】実施の形態2との違いは、図5に示す工程仕様2のように、シャフトの製作工程で仕上げ加工工程の前に、高周波焼入工程を追加した点である。図3に、この工程仕様2で製作された断面硬度分布の曲線を、表4に作成されたシャフトの表面硬度と、圧縮機を苛酷試験条件で運転した後のシャフトの摩耗量の結果を示す。

【0038】この高周波焼入工程を追加したことによ ※

\*化合物層の膜厚 $\delta 1$ が8 $\mu\text{m}$ と3 $\mu\text{m}$ の場合では、表面硬度がほぼ同じであっても膜厚が薄いと、摩耗量が大きくなる。したがって、膜厚は、少なくとも5 $\mu\text{m}$ 以上は必要である。しかし、膜厚が厚過ぎても、表面硬度が硬いがためにひび割れを発生しやすくなる。したがって、膜厚は厚くても20 $\mu\text{m}$ 以下とすべきである。

【0033】

【表4】

※り、図3のようにシャフトの硬度分布が変わり、工程仕様1の場合より、より深部まで高い硬度が得られる。このような硬度分布にすることで、圧縮機の運転中の荷重をシャフトの極表面だけでなくより深部も含めた肉厚方向全体で受けることが可能になるのでより耐摩耗性を向上させることが出来る。

【0039】(表4)をみると、工程仕様1と2の表面硬度はほぼ同じであるが、摩耗量は工程仕様2の方が小さく、耐摩耗性が向上している。

【0040】尚、本実施の形態でも実施の形態1で説明した合金鋼の材料を用い、実施の形態同様の効果を得ることができ、さらに、深部まで高い硬度分布とでき、実施の形態1より耐摩耗性が高く、すなわち信頼性の高いシャフトを得ることができる。このシャフトを用いることで信頼性と効率の高いスクロール圧縮機を実現できる。

【0041】(実施の形態例3)次に、実施の形態3を、図1、図5を用いて説明する。図5は実施の形態3のシャフト製作工程図である。

【0042】第1および2の実施の形態との違いは、図5に示す工程仕様3のように、シャフトの製作工程で、窒化処理工程の後に、研磨加工工程を追加した点である。

【0043】(表5)にそのシャフトの摩耗量の結果を示す。

【0044】

【表5】

No.	材料名	表面硬度	摩耗量	$\delta 1$
工程仕様1	SACM645	1075	1	8
工程仕様2	SACM645	1077	0.5	8
工程仕様3	SACM645	1050	0.5	7

【0045】ここでは、窒化処理工程の後、その表面の化合物層21(図1参照)を、研磨布紙をもちいて研磨することで、化合物層21表面の粗さを改善している。

窒化処理で形成された化合物層の表面粗さは、その厚みが薄い場合は、仕上げ加工時の表面粗さとほぼ同じとなるが、化合物層が厚くなるにしたがい、表面粗さが悪く

なる傾向にある。そこで、研磨加工により化合物層21の表層部の微小な突部を平滑にし、表面粗さを改善することで、シャフトの摩耗量をより低減することができ、また同時に、シャフトが摺動する軸受へのダメージも軽減できる為、摺動損失が減少できる。この研磨加工での化合物層の研磨代は、多くても2 $\mu$ m程度で十分な効果がある。

【0046】このように、実施の形態3によれば、実施の形態1、2の場合より、窒化処理後に表面粗さを改善でき耐摩耗性が高い信頼性の高いシャフトを得る事ができる。また、このシャフトを用いたスクロール圧縮機は、実施の形態1、2より信頼性と、効率の向上を実現できる。

【0047】尚、工程仕様3の仕上げ加工工程の前に、実施の形態2と同様に高周波焼き入れ工程を追加することで、より耐摩耗性向上および摺動損失低減できるため、このシャフトを用いたスクロール圧縮機は、高い信頼性と効率が実現できる。

【0048】尚、上記すべての実施の形態において、スクロール圧縮機の場合で説明したが、レシプロ圧縮機およびロータリー圧縮機など、他の圧縮機のシャフトとして用いた場合でも、同様な効果が得られる。

【0049】尚、上記すべての実施の形態において、窒化方法は、実施の形態に限らず、他のガス窒化法、ガス軟窒化法、塩浴窒化法、酸窒化法等でも、表面硬度Hv1000以上の窒化化合物層を形成することで、実施の形態と同様に信頼性や効率を向上できることは言うまでもない。

【0050】尚、上記すべての実施の形態において、HFC134aやHFC410A、ハイドロカーボン(HC)等の塩素を含まない冷媒や、二酸化炭素、従来のHCFC22などの冷媒を、冷凍及び空調サイクル装置などに用いた場合にも、本実施の形態のシャフトを採用することにより、実施の形態と同様に信頼性や効率を向上できることは言うまでもない。

【0051】尚、上記すべての実施の形態において、冷凍機油としてHFCs冷媒に対して相溶するエステル油もしくはエーテル油を用いた場合でも、本実施の形態のシャフトを採用することにより、実施の形態と同様に信頼性や効率を向上できることは言うまでもない。

【0052】尚、上記すべての実施の形態において、冷媒としてHC冷媒を、冷凍機油にはHC冷媒に対して溶解性の高い鉱油もしくはアルキルベンゼン油を用いた場合、冷凍機油の粘度低下が著しく、ジャーナル軸受の摺動条件が一層過酷となるが、本実施の形態のシャフトを採用することにより、耐摩耗性を向上させることが可能であり、高い信頼性を得ることができる。冷媒として二酸化炭素冷媒を用いた場合には、軸受に作用する荷重が非常に大きくなるためジャーナル軸受の摺動条件が一層過酷となるが、本実施の形態のシャフトを採用すること

により、実施の形態と同様に信頼性や効率を向上できることは言うまでもない。

【0053】尚、上記すべての実施の形態において、シャフトと摺動する軸受けとして、例えば、ブッシュ材にカーボンを用いた場合や、裏金付き樹脂複合軸受材、裏金を有する裏金付きメタル軸受材、あるいは鋳鉄軸受材を用いた場合でも、実施の形態と同様に信頼性や効率を向上できる。さらに、裏金付き樹脂複合軸受材が、裏金上に形成した多孔質焼結層中に樹脂層を含浸した層を形成したものであっても勿論良い。

【0054】

【発明の効果】上記実施の形態から明らかなように、請求項1記載の発明によれば、緻密で硬い窒素化合物を形成することにより摺動部の表面硬さがHv1000を越える硬さを有し耐摩耗性の高いシャフトが製作でき、過酷な運転条件等で従来生じていたシャフト5の表面の磨耗を防止し、たわみも小さくすることが可能となる。したがって、そのシャフトを用いることで密閉型圧縮機の信頼性と効率を向上する事ができる。

【0055】請求項2記載の発明によれば、高周波焼入工程を追加したことにより、より深部まで高い硬度が得られる。このような硬度分布にすることで、圧縮機の運転中の荷重をシャフトの極表面だけでなくより深部も含めた肉厚方向全体で受けることが可能になるのでより耐摩耗性を向上させることが出来き、より信頼性及び効率の高い密閉型圧縮機およびそのシャフトを実現できる。

【0056】請求項3記載の発明によれば、研磨加工工程を追加したことにより、窒化処理後のシャフトの表面粗さを改善できるため、より耐摩耗性を向上させることが出来き、より信頼性及び効率の高い圧縮機およびそのシャフトを実現できる。

【0057】請求項10記載の発明によれば、HFC134aやHFC410A、ハイドロカーボン(HC)等の塩素を含まない冷媒や、二酸化炭素、従来のHCFC22などの冷媒を、冷凍及び空調サイクル装置などに用いた場合にや、その過酷な運転条件等の場合でもシャフトの磨耗を防止し得る。したがって、そのシャフトを用いることで密閉型圧縮機の信頼性と効率を向上する事ができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】シャフトの摺動表面近傍の断面図

【図2】実施の形態1の圧縮機用シャフト製作工程図

【図3】窒化処理工程後のシャフト断面の硬さ分布を示す図

【図4】シャフト材料の説明図

【図5】実施の形態2、3の圧縮機用シャフト製作工程図

【図6】従来のスクロール圧縮機の縦断面図

【符号の説明】

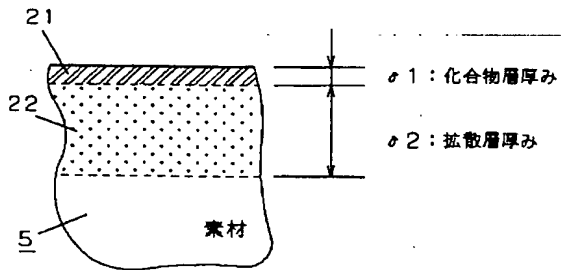
5 シャフト



## 2.1 化合物層

11

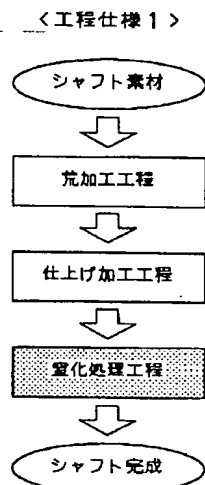
【図1】



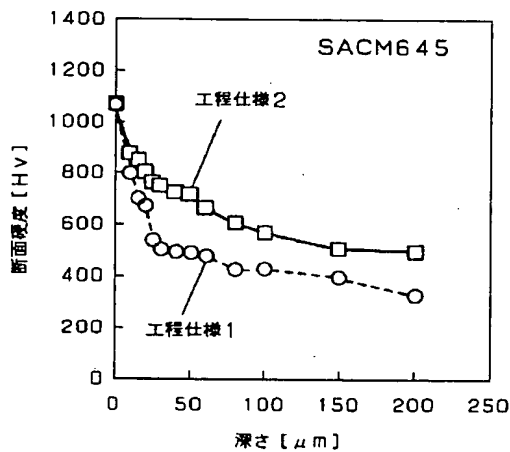
## 2.2 拡散層

12

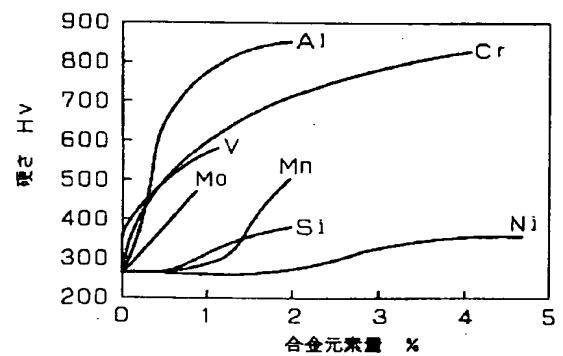
【図2】



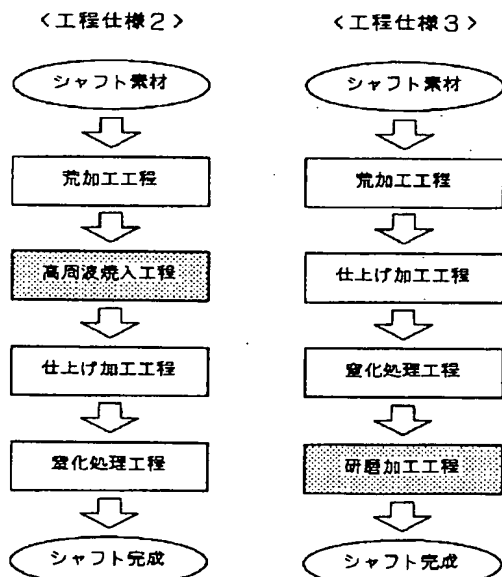
【図3】



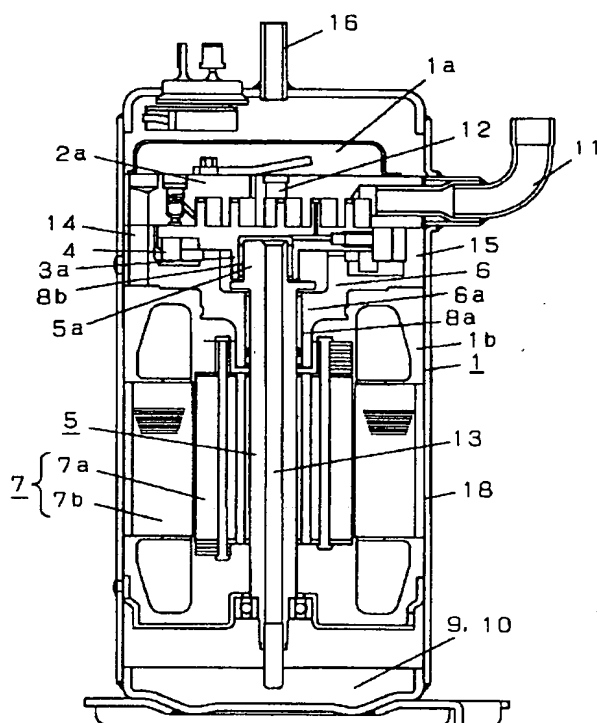
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

C 2 2 C 38/00  
38/18

識別記号

3 0 2

F I

C 2 2 C 38/00  
38/18

テームコード (参考)

3 0 2 Z

(72) 発明者 長谷川 寛  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 西脇 文俊  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 福原 弘之  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 岡 秀人  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 村松 繁  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 江住 元隆  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

F ターム (参考) 3H003 AA05 AB03 AD01 CA01

3H029 AA02 AA04 AA14 AB03 BB31

BB44 CC16 CC38

3H039 AA03 AA06 AA12 BB04 BB05

BB07 CC12 CC35 CC36